

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보 (A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
G01B 11/02

(11) 공개번호 특2002 - 0054223
(43) 공개일자 2002년07월06일

(21) 출원번호 10 - 2000 - 0083256
(22) 출원일자 2000년12월27일

(71) 출원인 한국전자통신연구원
오길록
대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자 정윤수
대전광역시서구만년동1번지상아아파트105동606호
이해원
대전광역시유성구어은동99번지한빛아파트138동1206호
김진석
대전광역시유성구신성동한울아파트109 - 903
김혜규
서울특별시서초구반포1동주공아파트351 - 105
박치항
대전광역시유성구어은동99한빛아파트131 - 1002
박길흠
대구광역시수성구신매동579번지시지천마타운22 - 502

(74) 대리인 전영일

심사청구 : 있음

(54) 3차원 물체 부피계측시스템 및 방법

요약

본 발명은 컨베이어 위에서 이동되고 있는 입방형 물체의 길이, 폭, 그리고 높이를 실시간으로 자동 측정할 수 있는 방법 및 장치에 관한 것이다. 이러한 부피계측시스템은 부피 측정을 하고자 하는 물체를 감지하고 영상을 획득하는 영상 입력수단과, 상기 영상입력수단으로부터 획득된 영상을 처리하여, 물체의 영역 및 경계를 추출하는 영상처리수단, 상기 영상처리수단의 결과영상으로부터 물체의 주요 경계 선분들의 추출을 통하여 물체의 최외각 꼭지점들을 추출하는 특징 추출수단, 및 상기 물체의 특징 점들이 추출된 영상으로부터 물체의 부피를 측정하는 부피측정수단을 포함한다. 이 방법은 컨베이어 벨트의 정지시간(break time)이 필요 없을 뿐만 아니라 컨베이어 위의 물체의 위치나 방향에 전혀 무관한 특징을 가진다. 이와 함께, 이 방법은 이동물체뿐만 아니라 정지한 물체에 대해서도 부피계측이 가능한 특징을 가진다.

이러한 본 발명은 기존의 이동물체 부피계측을 위해 필요로 하였던 부가적인 시스템을 제거하여 단일 카메라로부터 획득된 영상에 대해 물체감지 및 부피계측을 수행함으로써 시스템 비용 및 시스템의 규모를 최소화할 수 있으며, 고속 및 높은 정확도로 이동 물체의 부피계측을 수행할 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 1

색인어

부피계측, cubing system, dimensioning system, volume measurement

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 3D 이동물체 부피계측시스템의 하드웨어 구성도,

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 단일 CCD 카메라에 기반한 3D 이동물체 부피계측시스템을 도시한 구성도,

도 3은 상기 언급된 영상처리장치내의 관심영역추출유닛과 물체감지유닛을 함께 도시한 동작 흐름도,

도 4는 영상처리장치의 경계검출유닛에서의 경계검출과정을 도시한 동작 흐름도,

도 5는 영상처리장치의 선분추출유닛의 선분추출과정과 특징점추출유닛의 특징점추출과정을 도시한 동작 흐름도,

도 6은 부피측정장치의 부피측정과정을 도시한 동작 흐름도,

도 7은 카메라의 한 레이(ray)를 통하여 3D 물체의 점들이 2차원 영상 위에 매핑되는 관계를 기하학적으로 도시한 도면이다.

※ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ※

110 : 영상입력장치 111 : 3D 입방형의 물체

112 : 영상캡처장치 113 : 물체감지 센서유닛

114 : 영상 전처리기 120 : 영상처리수단

121 : 관심영역추출유닛 122 : 경계검출유닛

130 : 특징추출수단 131 : 선분추출유닛

132 : 특징점추출유닛 140 : 부피측정수단

141 : 3차원모델생성유닛 142 : 부피산출유닛

150 : 부피저장장치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동중인 물체의 길이, 폭, 그리고 높이정보를 파악할 수 있도록 하는 영상처리 및 인식기술을 이용한 3차원 (3D) 입방형 이동물체의 부피계측시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게 설명하면 영상처리기술을 이용하여 3D 물체를 감지하여 3D 물체의 영상을 캡처하고, 물체의 특징점을 인식하여 3D 물체의 부피를 계측하는 영상인식에 의한 3D 물체의 부피계측시스템 및 방법에 관한 것이다.

전통적인 부피계측방법으로는 줄자 등을 이용한 수작업 방법이 있다. 하지만, 이 방법은 이동중이지 않은 물체에 대해서는 많이 사용되는 방법이기 때문에, 움직이는 컨베이어 환경에서는 불합리한 방법이다.

권리권자가 Mark R. Woodworth인 미합중국 특허 제5,991,041호에는 물체의 높이를 측정하는 light curtain과, 물체의 좌우 측면을 측정하기 위한 two laser range finder를 이용한 부피계측 방법이 제안되었다. 이 방법에서는 입방형의 물체가 이송됨에 따라 각각의 센서로부터 획득된 측정치를 재구성하여 물체의 길이, 폭, 그리고 높이를 측정한다. 이러한 방법은 컨베이어 위의 물체와 같이 이동중인 물체인 경우에는 부피계측이 용이하나 정지한 물체의 경우에는 부피계측수행이 불가능한 단점이 있다. 이외에 부피계측을 위한 많은 부가적인 시스템들을 필요로 한다.

카메라를 이용한 기술에는 카메라와 레이저 센서를 복합적으로 이용하는 방법과 물체의 좌우 측면으로부터 영상을 획득하여 부피를 측정하는 방법(미합중국특허 제 5,854,679 호)이 있다. 전자의 경우에는 이동하는 입방형 물체의 면적을 계산하기 위해서는 카메라 기반의 기술을 이용하고 높이 측정을 위해서는 레이저 센서를 이용하는 방법으로, 기존의 많이 이용되던 레이저 기반의 부피계측기술에서 카메라기반의 부피계측기술로 넘어오는 과도기적인 단계라 할 수 있다. 후자의 경우에는 순수하게 카메라만을 이용하는 기술로써 컨베이어의 위에서 획득된 평면영상과 컨베이어 벨트의 측면에서 획득된 측면 영상을 이용한다. 결국 이러한 시스템의 경우 빠른 처리속도 및 높은 정확도의 부피계측을 위해 각각의 카메라가 독립적인 시스템에 연결되는 병렬처리 시스템을 사용하고 있으며, 이로 인해 시스템의 규모 및 비용이 커지는 단점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명의 목적은, 컨베이어 벨트 상의 이송중인 물체뿐만 아니라 정지한 물체에 대해서도 부피계측이 가능하고, 단일 CCD 카메라 기반의 영상처리 및 인식기술을 이용하여 물체를 감지하여 부피 계측하는 3D 물체의 부피계측시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 3D 물체의 부피계측시스템은, 부피를 측정하고자 하는 3D 물체의 영상을 획득하는 영상입력수단과,

상기 영상입력수단에서 획득된 영상을 신호 처리하여 물체의 경계를 검출하는 영상처리수단과,

상기 영상처리수단의 결과 영상으로부터 물체를 이루는 선분들과 상기한 선분으로부터 물체의 꼭지점(특징점)들을 추출하는 특징추출수단과,

상기 물체의 특징점들을 이용하여 3차원 모델을 생성하고 상기 3차원 모델로부터 상기 물체의 부피를 측정하는 부피측정수단을 포함한 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에 따른 3D 물체의 부피계측방법은, 부피를 측정하고자 하는 3D 물체의 영상을 획득하는 영상입력단계와, 상기 영상입력단계에서 획득된 영상으로부터 3D 물체의 유무를 감지하는 물체감지단계,

물체 감지 후, 상기 영상입력단계에서 획득된 영상을 신호 처리하여 3D 물체의 꼭지점들을 추출하는 영상처리단계, 및 상기 물체의 특징점들을 이용하여 3차원 모델을 생성하고 상기 3차원 모델로부터 상기 물체의 부피를 측정하는 부피측정단계를 포함한 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에 따르면 상술하였던 3D 물체의 부피계측방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 한 실시예에 따른 "3D 물체의 부피계측시스템 및 방법"을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 1과 같이 발명에 따른 시스템은 다음과 같이 구성된다.

3D 입방형의 물체(1)를 이송하는 컨베이어벨트(2)와, 컨베이어벨트(2) 위의 설치되어 3D 입방형의 물체를 촬영하는 카메라(3)와, 카메라(3)를 지지하는 장치(4), 카메라(3)와 연결되고 모니터(6)와 키보드(7)를 구비한 부피계측시스템(6)을 포함한다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 단일 CCD 카메라에 기반한 3D 이동물체 부피계측시스템을 도시한 구성도이다.

도 2를 참조하면, 이는 원하는 3D 물체의 영상을 입력하는 영상입력장치(image input device)(11)와, 영상입력장치(11)를 통해 입력된 영상으로부터 3D 물체를 감지하여 영상전처리를 수행하는 물체감지장치(12), 관심 영역을 추출하고 관심영역내의 영상에 대하여 경계검출, 선분추출 및 특징점 추출을 수행하는 영상처리장치(image processing device)(13), 영상처리장치의 결과로부터 부피를 산출하고 물체의 3D모델을 생성하는 부피측정장치와 부피측정장치의 결과를 부피저장장치(15)에 저장하고, 생성된 물체의 3D 모델은 모니터(5)를 통해 화면에 나타난다.

영상입력장치(11)는 카메라(3)와 영상 그래픽어(111)로 구성된다. 또한, 영상입력장치는 보조 카메라를 더 포함할 수도 있다. 사용된 카메라(3)는 758 x 582의 해상도와 256의 그레이값의 영상을 생성하는 삼성 SFA CCD 카메라를 이용할 수 있다. 이와 함께, 영상은 MATROX METEOR II type의 영상획득용 처리카드에 의해 디지털 데이터로 변환된다. 이때, 영상의 매개변수들은 Window98 환경하의 MATROX MIL32 Library를 이용하여 추출된다.

물체감지장치(12)는 영상입력장치를 통하여 획득된 영상으로부터 배경영상과 물체영상을 비교하여 3D 물체를 감지하는 물체감지유닛(121)과 물체가 감지된 영상에 대하여 전처리를 수행하는 영상전처리유닛(123)으로 구성된다.

영상처리장치(13)는 영상입력장치(11)에 의해 획득된 영상으로부터 배경영상과 물체영상을 비교하여 3D 물체의 영역을 추출하는 관심영역추출유닛(131)과, 추출된 관심영역 내의 모든 경계를 검출하는 경계검출유닛(132), 경계검출의 결과로부터 직선 벡터를 추출하는 선분추출유닛(133)과 추출된 선분들의 최외각 교점으로부터 물체의 특징점들을 인식하는 특징점추출유닛(134)으로 구성된다.

부피측정장치(14)는 영상으로부터 획득된 3D 물체의 특징점들로부터 2차원 평면상의 실 좌표와 물체의 높이정보의 획득을 통하여 물체의 부피를 산출하는 부피 산출 유닛(141)과 획득된 실 좌표로부터 물체의 3D 형태를 모델링하는 3차원모델생성유닛(142)으로 구성된다.

이하에서는 상술한 바와 같은 3D 이동물체 부피계측시스템의 부피계측방법을 설명하면 다음과 같다.

영상입력장치(11)는 3D 입방형의 물체(1)에 대한 영상 캡처(image capture)를 수행한다. 3D 물체(1)는 도시되지 않은 컨베이어를 통해 운반된다. 이때 영상입력장치(11)는 계속적으로 영상을 캡처하여 물체감지장치(12)에 획득된 영상을 전송한다.

물체감지장치(12)는 영상입력장치로부터 계속적으로 영상을 받아서 물체가 있는지를 판단한다. 물체감지장치내의 물체감지유닛(121)이 물체가 있음을 감지하면 영상전처리유닛(123)은 영상입력장치(11)를 통해 입력된 영상에 대하여 영상 평준화 작업을 수행하여, 획득된 영상이 촬영 현장의 일조 환경에 관계없이 항상 잘 인식될 수 있도록 화면을 변환한다. 만약, 물체감지유닛(121)이 물체가 없는 것으로 감지하면, 영상전처리유닛(123)은 작동하지 않고 영상입력장치(11)에 의한 영상캡처과정이 반복 수행된다.

영상처리장치(13)는 영상입력장치(11)에 의해 획득된 영상으로부터 배경영상과 물체영상을 비교하여 3D 물체의 영역을 추출하고, 추출된 관심영역 내의 모든 경계를 검출한다. 그리고, 추출된 경계로부터 선분추출을 통하여 부피계측을 위한 특징점을 추출한다. 영상처리장치내의 경계검출유닛(121)은 영상의 통계적 특징에 기반한 경계검출과정을 수행한다. 이러한 통계적 특징을 이용한 경계검출방법은 외부 조명의 변화에 강한 경계검출을 수행할 수 있다. 경계를 빠르게 추출하기 위하여, 경계화소 후보를 추정하고 추정된 경계화소 후보에 대하여 경계의 크기 및 방향을 결정한다. 물체 영역의 검출은 미리 저장되어진 배경 영상과 물체를 포함한 영상을 비교하는 방법을 통해 수행된다.

도 3은 상기 언급된 영상처리장치(13)내의 관심영역추출유닛(131)과 물체감지유닛(121)을 함께 도시한 동작 흐름도이다.

도 3을 참조하면, 영상입력장치(11)로부터 획득된 물체를 포함한 영상(S111)과 배경영상(S112)으로부터 두 영상 사이의 차영상을 획득한다(S113). 획득된 차영상에 대하여 가로축, 세로축 각각에 대하여 투사 히스토그램을 생성하고(S114), 생성된 투사 히스토그램으로부터 가로, 세로축 각각에 대한 최대면적구간을 선택한다(S115). 마지막으로 가로축과 세로축 각각의 최대면적구간으로부터 교차하는 영역인 관심영역을 획득한다(S116). 관심영역이 획득되면, 관심영역내의 평균과 분산값을 계산하여 물체가 있는지를 판별하고(S117), 물체가 있으면 검출된 관심영역은 영상처리장치(13)의 입력으로 사용된다. 그렇지 않으면, 관심영역의 추출을 통한 물체감지유닛은 반복 수행된다.

도 4는 영상처리장치(120)의 경계검출유닛(122)에서의 경계검출과정을 도시한 동작 흐름도이다.

도 4를 참조하면, 이는 크게 문턱 값을 결정하기 위한 영상의 통계적 특징추출단계와, 경계화소 후보 결정 및 경계화소의 검출단계, 그리고 검출된 경계화소들을 상호 연결하여 길이가 짧은 경계화소들을 제거하는 단계로 이루어진다.

이를 상세하게 살펴보면, 먼저 $N \times N$ 크기의 영상이 입력되면(S211), 이 영상을 특정한 개수의 화소만큼 샘플링한다(S212). 그리고 샘플링된 화소들에 대하여 평균값과 분산값을 계산하고(S213), 이 샘플링된 화소들의 평균값과 분산값을 현재 영상의 통계적 특징으로 설정한다. 이렇게 획득된 영상의 통계적 특징을 이용하여 문턱값($Th1$)을 결정한다(S214).

한편, 이러한 영상의 통계적인 특징이 결정되면 입력 영상의 모든 화소에 대하여 경계화소 후보를 결정한다. 이를 위하여 현재 화소 x 와 이웃하는 8개의 화소들 간의 차이값 중 최대치와 최소치를 각각 검출하고(S215), 이 최대치와 최소치의 차를 문턱값($Th1$)과 비교한다. 이 문턱값($Th1$)은 앞서 설명하였듯이 영상의 통계적 특징을 이용하여 설정한다.

단계 S216의 판단 결과, 이 최대치와 최소치의 차가 문턱값($Th1$)보다 크면, 해당 화소를 경계화소 후보로 결정하고 단계 S218 내지 단계 S219로 진행한다. 한편, 단계 S216의 판단 결과, 이 최대치와 최소치의 차가 문턱값($Th1$)보다 작으면, 해당 화소를 비경계화소로 결정하고 비경계화소 데이터베이스(217)에 저장한다.

해당 화소가 경계화소의 후보로 결정된 경우, 소벨 연산자(sobel operator) [참고문헌 : Ramesh Jain의 Machine Vision]를 이용하여 경계의 크기와 방향을 결정한다(S218, S219). 단계 S219에서는 그레이 레벨 유사성 코드(GLSC : Gray Level Similarity Code) (220)를 이용하여 경계의 방향을 표현한다.

이렇게 경계의 크기와 방향이 결정되면, 결정된 경계 중에서 인접한 경계와 방향이 다른 경계들을 제거한다(S221). 이러한 과정을 Edge Non - Maximal Suppression 과정이라고 하며, 이때 경계 록업테이블(222)을 이용한다. 마지막으로, 남은 경계화소 후보들을 연결하고(S223), 연결된 길이가 문턱값(Th2) 이상이면(S224), 최종적으로 경계화소로 결정하여 경계화소 데이터베이스(225)에 저장한다. 그렇지 않고 연결된 길이가 문턱값(Th2)보다 작으면 비경계 화소로 결정하여 비경계화소 데이터베이스(226)에 저장한다. 이러한 방법으로 경계화소로 결정된 화소들의 결과 영상은 물체나 배경의 경계 부분을 나타내는 영상이 된다.

이렇게 3D 물체의 경계가 검출되면, 이러한 경계는 한 화소의 두께를 가지게 되며, 선분추출유닛(133)에 선분 벡터들이 추출되고, 추출된 선분 벡터들로부터 부피 계측을 위한 특징점이 특징점추출유닛(132)에 의해 추출된다.

도 5는 영상처리장치(13)의 선분추출유닛의 선분추출과정과 특징점추출유닛의 특징점추출과정을 도시한 동작 흐름도이다. 도면에서 S410은 선분추출유닛이 관심영역의 경계화소로부터 물체를 이루는 선분들을 추출하는 선분추출과정을 도시한 동작 흐름도이고, S420은 특징점추출유닛이 추출된 선분들로부터 물체의 최외각 선분 및 최외각 꼭지점들을 추출하는 특징점추출과정을 도시한 동작 흐름도이다.

도면을 참조하면서 선분추출유닛(133)을 설명하면, 영상처리장치(13)를 통해 얻어진 3D 물체의 경계화소의 집합(S411)들이 입력되면, 이 경계화소 집합들을 여러 개의 직선 벡터로 분할하는데, 이는 다각형 근사화 방법(polygon approximation:S412) [참고문헌 : Ramesh Jain의 Machine Vision]을 이용하여 연결된 경계화소 집합을 직선벡터들로 분할한다. 이렇게 분할된 직선벡터를 SVD(singular value decomposition:S414) [참고문헌 : Ramesh Jain의 Machine Vision]를 이용하여 선분 벡터를 고정하고, 모든 경계화소 집합에 대해 상기의 과정을 수행한 후(S415)에는 모든 과정을 종료하고, 추출된 직선 벡터들을 인접한 직선들끼리 다시 재결합한다(S416).

이렇게 3D 물체를 이루는 선분들이 추출되면, 특징점추출유닛(134)은 특징점추출과정을 수행한다. 추출된 선분들로부터 물체의 최외각 선분을 찾아내고(S421), 최외각 선분간의 최외각 꼭지점을 검출하여(S422), 이 최외각 꼭지점을 후보 특징점으로 결정한다(S423). 이러한 특징점추출과정을 통해 3D 물체 영상의 형태 일그러짐에 의한 왜손 및 블러링 효과를 보상할 수 있다.

다음, 부피측정장치(140)는 영상처리장치의 결과 영상으로부터 해당 물체의 부피를 측정한다. 도 6은 부피측정장치의 부피측정과정을 도시한 동작 흐름도이다. 또한, 도 5에는 캡처된 3D 물체의 일 예(510)가 도시되어 있다. 캡처된 3D 물체(510)의 최외각 꼭지점을 각각 A, B, C, D, E, F라 하면, 점 A는 x 좌표의 값이 가장 작은 값이고, 점 D는 가장 큰 값을 가지는 점이다. 또한, 이러한 점 A와 D는 영상 위의 위쪽과 아래쪽에 있는 두 점이다.

먼저, 특징추출장치의 결과로부터 얻어진 물체의 최외각 꼭지점들(A, B, C, D, E, F) 중에서 x 좌표의 값이 가장 적은 점을 선택하는데 그 점이 점 A가 된다(S501). 최상위 꼭지점 A가 결정되면 인접한 꼭지점 사이의 기울기를 비교하여(S502), 기울기가 큰 쪽으로 A를 포함하여 4개의 경로를 선택한다. 즉, 도면의 3D 물체(510)에서는 A, B, C, D가 연속된 4개의 경로로 선택된다(S503). 물론, 점 A와 점 B 사이의 기울기가 점 A와 점 F 사이의 기울기가 더 크면 A, F, E, D가 연속된 4개의 경로로 선택될 것이다.

본 발명에서와 같이 A, B, C, D가 연속된 4개의 경로로 선택된 경우, 점 A, B, C, D와 대응되는 바닥면의 점을 w1, w

2, w3, w4라 하면 점 C는 w3과 같고 점D는 w4와 같다. 점 C와 점D의 실세계 좌표값은 캘리브레이션 매트릭스를 이용하여 구할 수 있다. 일 예로, 이러한 캘리브레이션은 TSAI의 캘리브레이션 방법을 이용하며, 이러한 캘리브레이션을 통하여 물체가 위치하는 평면의 실좌표와 영상상의 영상 좌표의 일대일 대응이 수행된다. 그리고, w2의 x 및 y는 w3의 값과 같다. 따라서, w2와 w3 사이의 높이를 계산하면 w2의 실세계 좌표값을 알 수 있게 된다. w2의 좌표가 구해지면, 점 A와 바닥면과의 직교점 w1을 구한다. 마지막으로, 물체의 길이는 w1과 w3에 의하여 결정되고, w3과 w4 사이의 길이를 구함으로써 3D 물체의 폭이 계산된다.

도 7은 카메라의 한 레이(ray)를 통하여 3D 물체의 점들이 2차원 영상 위에 매핑되는 관계를 기하학적으로 도시한 도면이다. 도 7을 참조하여 물체의 높이 계산 및 꼭지점 A의 2차원 바닥평면상의 투영결과인 w1의 좌표를 구하는 과정을 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 7에서 0'은 카메라의 위치(701)를 나타내며, 실세계 좌표계(WCS: world coordinate system) 상에 있는 임의의 한 점 pt(702)와 po(703)는 동일 레이(ray: 704) 상에 존재하므로, pt와 po는 영상에서 같은 점에 대응된다. 그리고, 도 6에서 실세계의 좌표의 원점(705)은 카메라가 위치하는 좌표점과 컨베이어 벨트 위의 평면(707)의 직교점(705)이다. 따라서, 카메라의 높이(H: 708)와 실 좌표계의 원점과 po 사이의 거리(D: 709)와 평면 상의 한 점(b: 706)을 안다면, pt의 좌표 및 높이는 수학식 1에 의해 추정된다. 이 때, H는 카메라와 평면 사이의 높이를, D는 p0과 WCS의 원점과의 거리를 나타낸다.

수학식 1

$$h = \frac{d \times H}{D}$$

또한, 점 pt와 2차원 바닥평면과의 직교하는 점을 pt'라 할 때 거리 d(S710)는 WCS의 원점과 pt' 사이의 거리를 나타낸다. 도 7은 이러한 기하학적인 관계를 나타내며, 이러한 관계로부터 위의 수학식 1이 획득된다. 이때, 영상 위의 pt' 및 p0 등의 값은 미리 결정된 캘리브레이션값을 이용하여 실세계의 좌표로 변환된다.

반면, 높이 h를 알 때, 거리 d는 수학식 1의 변형인 수학식 2에 의해 구할 수 있다. 이러한 거리 d가 구해지면 2차원 평면상의 한 점 x, y는 실세계 좌표계의 원점과 거리 D까지의 x', y' 위에 있는 점이므로 방정식의 해로부터 쉽게 구해진다.

수학식 2

$$d = h \times \frac{D}{H}$$

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의하면, 3D 물체의 감지 및 부피계측에 단일 CCD 카메라를 이용함으로써 기존의 레이저를 이용한 시스템에 비하여 시스템 설치에 필요한 경비뿐만 아니라 시스템의 규모를 줄일 수 있다. 특히, 기존의 레이저 시스템의 경우 물체의 감지를 위한 별도의 센서가 필요할 뿐만 아니라 이동물체에만 적용이 가능함에 비해 본 발명에서는 CCD 카메라 기반의 물체감지센서를 가지고 있으므로 별도의 센서가 필요없을 뿐만 아니라, 이동물체뿐만 아니라 정지물체에 대해서도 항상적인 적용이 가능한 이점이 있다.

이와 함께, 본 발명은 단일 카메라 기반의 부피측정 기술을 사용함으로써 기존의 이중 카메라 기반의 기술에 비하여 빠른 처리성능을 나타내며, 물체감지센서를 부피측정시스템에 포함함으로써, 기존의 카메라 기반 기술이 필요로 하였던 물체감지를 위한 별도의 센서들을 제거함으로써, 3D 입방체 시스템의 규모 및 비용을 절감시키는 효과가 있다.

특히, 소포나 택배 등의 구분을 위한 구분시스템이 dimensioning system, weighing system, scanning system, video coding 등을 영상인식에 기반한 기술로 통합되는 최근의 동향을 고려할 때, 국내의 우편산업이나 물류산업에 꼭 필요한 국내기술을 가짐으로써 국제적인 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

부피를 측정하고자 하는 3D 물체의 영상을 획득하는 영상입력수단과,

상기 영상입력수단에서 획득된 영상을 신호 처리하여 물체의 경계를 검출하는 영상처리수단과,

상기 영상처리수단의 결과 영상으로부터 물체를 이루는 선분들과 상기한 선분으로부터 물체의 꼭지점(특징점)들을 추출하는 특징추출수단과,

상기 물체의 특징점들을 이용하여 3차원 모델을 생성하고 상기 3차원 모델로부터 상기 물체의 부피를 측정하는 부피측정수단을 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피측정시스템.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 부피측정수단에 의해 측정된 물체의 부피를 저장하는 부피저장수단을 더 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피측정시스템.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 영상입력수단은,

상기 3D 물체의 영상을 획득하는 영상캡처장치와,

상기 영상캡처장치로부터 획득된 영상을 평준화하여 잡음을 제거하는 영상 전처리기를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피측정시스템.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 영상입력수단은,

상기 물체의 진행여부를 감지하여 물체가 감지되면 상기 물체가 포함된 영상이 상기 영상전처리에 전달되도록 하는 물체감지유닛을 더 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피측정시스템.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 물체감지유닛은 상기 영상캡처장치에서 획득한 영상 내에 물체가 포함되어 있는지를 감지하는 이미지 센서인 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피측정시스템.

청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 물체감지유닛은 상기 물체를 감지하는 레이저 센서인 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 7.

제 3 항에 있어서, 상기 영상캡처장치는 전하결합소자(CCD) 카메라인 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 영상캡처장치는 보조 카메라를 더 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 영상처리수단은,

상기 영상입력수단으로부터 순수 배경영상과 물체가 포함된 영상을 입력받아 두 영상을 비교하여 상기 3D 물체의 영역을 추출하는 관심영역추출유닛과,

상기 영역추출유닛에서 추출된 3D 물체의 영역 내의 모든 경계를 검출하는 경계검출유닛을 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 특징추출수단은,

상기 영상처리수단에서 검출된 모든 경계로부터 직선벡터를 추출하는 선분추출유닛과,

상기 추출된 선분들의 최외각 교점을 찾아서 물체의 꼭지점(특징점)을 추출하는 특징점추출유닛을 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 부피측정수단은,

상기 영상으로부터 획득된 물체의 꼭지점들로부터 물체의 3D 모델을 생성하는 3D 모델생성유닛과,

상기 3D 모델생성유닛에서 생성된 3D 모델로부터 길이, 폭, 그리고 높이를 산출하여 상기 3D 물체의 부피를 계산하는 부피산출유닛을 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측시스템.

청구항 12.

부피를 측정하고자 하는 3D 물체의 영상을 획득하는 영상입력단계와,

상기 영상입력단계에서 획득된 영상을 신호 처리하여 물체의 경계를 검출하는 영상처리단계,

상기 영상처리단계의 결과 영상으로부터 물체를 이루는 선분들과 상기한 선분으로부터 물체의 꼭지점(특징점)들을 추출하는 특징추출단계, 및

상기 물체의 특징점들을 이용하여 3차원 모델을 생성하고 상기 3차원 모델로부터 상기 물체의 부피를 측정하는 부피측정단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 부피측정단계에서 측정된 물체의 부피를 저장하는 부피저장단계를 더 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 14.

제 12 항에 있어서, 상기 영상입력단계는,

상기 3D 물체의 영상을 획득하는 영상캡처단계와,

상기 영상캡처단계에서 획득된 영상을 평준화하여 잡음을 제거하는 영상전처리단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 15.

제 14 항에 있어서, 상기 영상입력단계는,

상기 영상캡처단계에서 획득한 영상 내에 물체가 포함되어 있는 지를 감지하여 물체가 포함된 영상만을 상기 영상전처리단계에 진행시키는 물체감지단계를 더 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 물체감지단계는 레이저 센서를 이용한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 17.

제 12 항에 있어서, 상기 영상처리단계는,

상기 영상입력단계에서 순수 배경영상과 물체가 포함된 영상을 입력받아 두 영상을 비교하여 상기 3D 물체의 영역을 추출하는 관심영역추출단계와,

상기 관심영역추출단계에서 추출된 3D 물체의 영역 내의 모든 경계를 검출하는 경계검출단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 18.

제 17 항에 있어서, 상기 경계검출단계는,

입력된 $N \times N$ 영상을 샘플링하고 샘플링된 영상의 평균과 분산을 계산하여 영상의 통계적 특징을 구하는 제 1 단계와,

상기 영상을 이루는 모든 화소들 중 이웃하는 화소들의 밝기가 급격하게 변하는 후보 경계화소들을 추출하는 제 2 단계,

상기 제 2 단계에서 추출된 후보 경계화소들을 이웃하는 후보 경계화소들과 연결하는 제 3 단계, 및

상기 연결된 길이가 문턱길이보다 크면 상기 후보 경계화소들을 최종 경계화소로 저장하고, 상기 연결된 길이가 문턱길이보다 작으면 상기 후보 경계화소들을 비경계 화소로 저장하는 제 4 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 19.

제 18 항에 있어서, 상기 경계검출단계의 상기 제 2 단계는,

현재 화소(x)와 8개의 이웃 화소들 간의 차이값 중 최대치와 최소치를 검출하고, 상기 최대치와 최소치의 차이값이 상기 영상의 통계적 특징에 의해 결정된 문턱값($Th1$)보다 작으면 상기 현재 화소를 비경계 화소로 분류하고, 상기 최대치와 최소치의 차이값이 문턱값($Th1$)보다 크면 후보 경계화소로 분류하는 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 20.

제 18 항에 있어서, 상기 경계검출단계의 상기 제 3 단계는,

상기 후보 경계화소에 대하여 소벨 연산자를 적용하여 경계의 크기와 방향을 결정하고, 상기 크기와 방향이 결정된 후보 경계화소가 다른 후보 경계화소들에 비해 크기가 작으면 상기 후보 경계화소를 비경계 화소로 분류하고, 나머지 후보 경계화소들을 이웃하는 후보 경계화소들과 연결하는 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 21.

제 12 항에 있어서, 상기 특징추출단계는,

상기 영상처리단계에서 검출된 모든 경계로부터 물체를 이루는 직선벡터를 추출하는 선분추출단계와,

상기 추출된 선분들의 최외각 교점을 찾아서 물체의 꼭지점(특징점)을 추출하는 특징점추출단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 22.

제 21 항에 있어서, 상기 선분추출단계는,

상기 영상처리단계에서 검출된 3D 물체의 모든 경계화소집합을 여러 개의 직선벡터로 분할하는 제 1 단계와,

상기 분할된 각 직선벡터들을 각도에 따라 분류하여 인접한 직선벡터들과 재결합하는 제 2 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서, 상기 선분추출단계의 제 1 단계는,

다각형 근사화방법을 이용하여 상기 경계화소집합을 직선벡터들로 분할하는 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 24.

제 12 항에 있어서, 상기 부피측정단계는,

상기 영상으로부터 획득된 물체의 꼭지점들로부터 물체의 3D 모델을 생성하는 3D 모델생성단계와,

상기 3D 모델생성단계에서 생성된 3D 모델로부터 길이, 폭, 그리고 높이를 산출하여 상기 3D 물체의 부피를 계산하는 부피산출단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 25.

제 24 항에 있어서, 상기 3D 모델생성단계는,

상기 특징추출단계에서 획득된 물체의 꼭지점들 중에서 3D 모델의 생성을 위해 필요한 주요 특징점들을 선택하는 제 1 단계와,

상기 선택된 특징점들을 이용하여 실세계 좌표점을 인식하는 제 2 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피 계측방법.

청구항 26.

제 25 항에 있어서, 상기 3D 모델생성단계의 제 1 단계는,

상기 특징추출단계에서 획득된 물체의 꼭지점들 중 최상위 특징점과 최하위 특징점을 선택하고, 최상위 특징점과 인접한 두 특징점 사이의 기울기를 이용하여 그 기울기에 따라 상기 최상위 특징점으로부터 최하위 특징점으로의 경로를 이루는 4개의 특징점을 선택하는 것을 특징으로 하는 3D 물체의 부피계측방법.

청구항 27.

컴퓨터에,

부피를 측정하고자 하는 3D 물체의 영상을 획득하는 영상입력단계와,

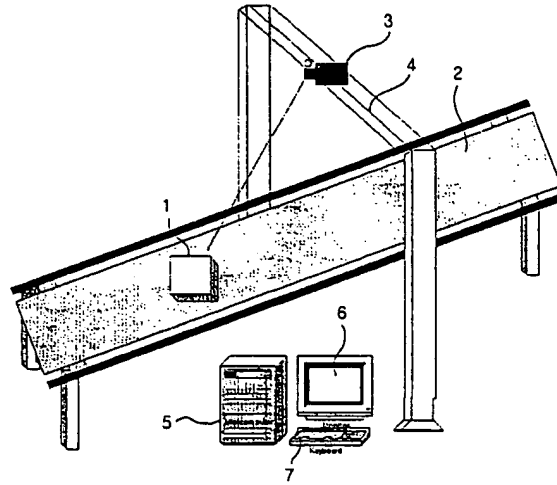
상기 영상입력단계에서 획득된 영상을 신호 처리하여 물체의 경계를 검출하는 영상처리단계,

상기 영상처리단계의 결과 영상으로부터 물체를 이루는 선분들과 상기한 선분으로부터 물체의 꼭지점(특징점)들을 추출하는 특징추출단계, 및

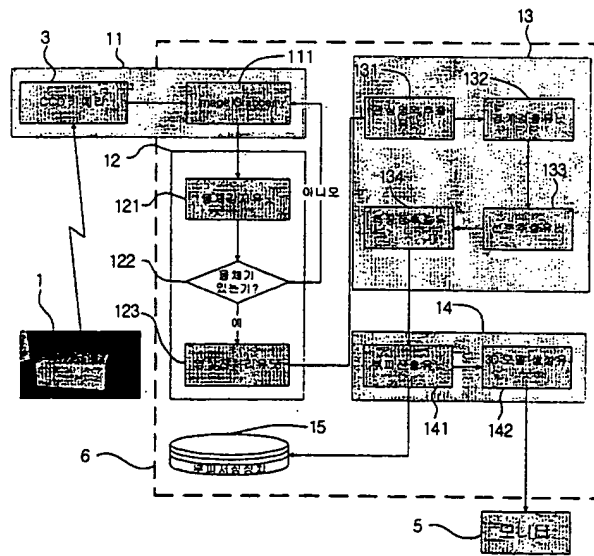
상기 물체의 특징점들을 이용하여 3차원 모델을 생성하고 상기 3차원 모델로부터 상기 물체의 부피를 측정하는 부피측정단계를 포함한 3D 물체의 부피계측방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

도면

도면 1

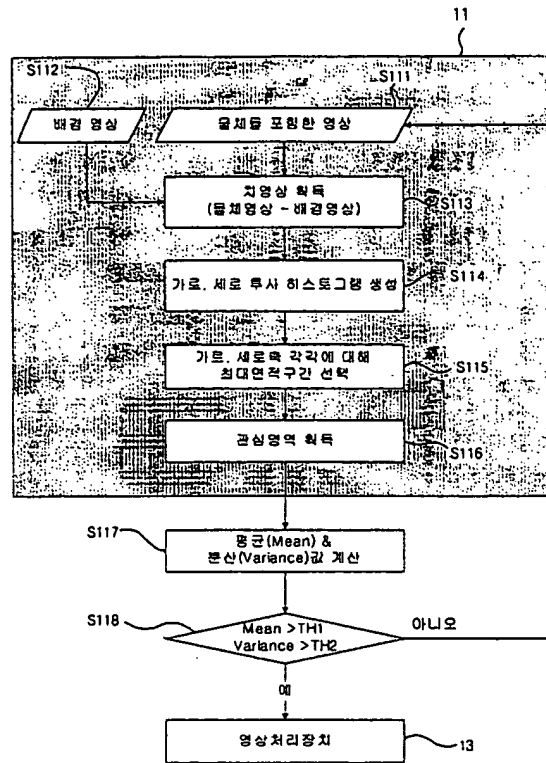


도면 2



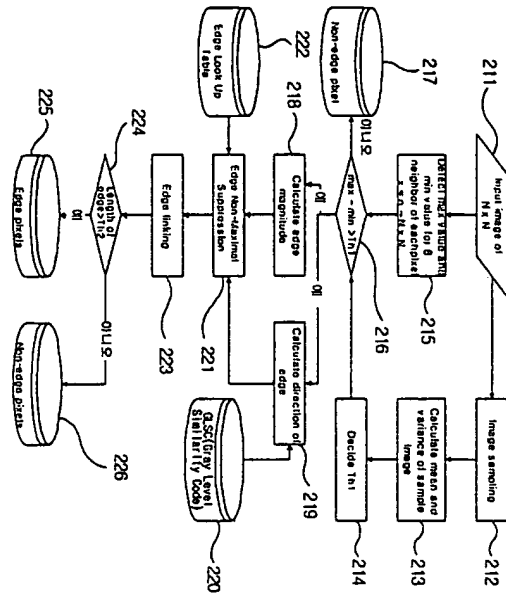
Best Available Copy

도면 3

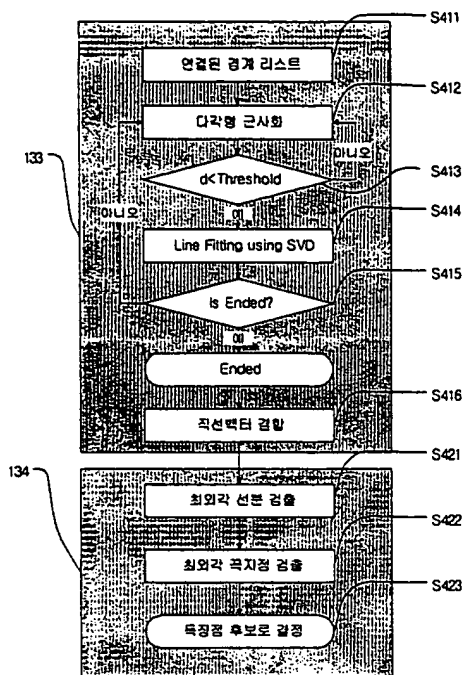


Best Available Copy

도면 4

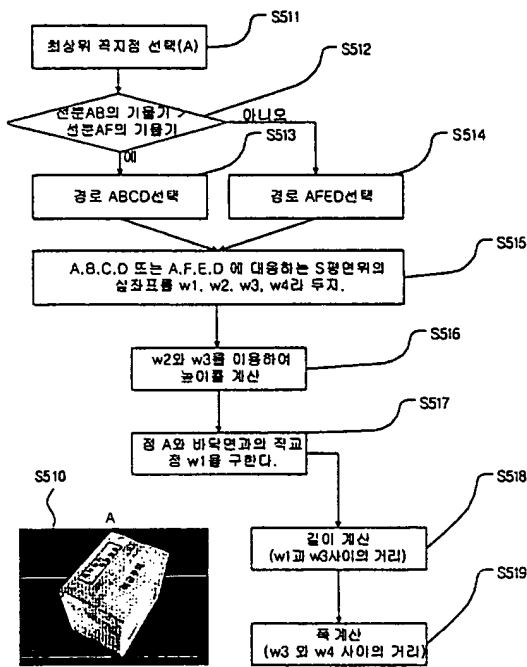


도면 5

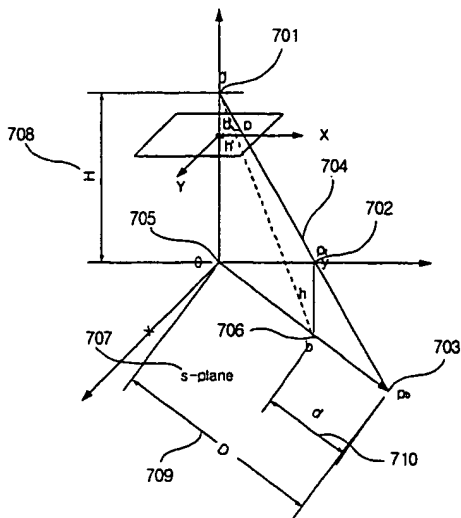


Best Available Copy

도면 6



도면 7



Best Available Copy